



**Eur päisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

**Office européen
des brevets**

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02079901.1

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:
Application no.: 02079901.1
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 25.11.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Weidmann Plastics Technology AG
Neue Jonastrasse 60
8640 Rapperswil
SUISSE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren zur Herstellung eines Werkzeugeinsatzes zum Spritzgiessen eines
mikrostrukturierten Teils

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

B81C/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

10069ep

- 1 -

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES WERKZEUGEINSATZES ZUM SPRITZGIESSEN EINES MIKROSTRUKTURIERTEN TEILS

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines
5 Werkzeugeinsatzes zum Spritzgiessen eines
mikrostrukturierten Teils, welcher aus einem Kunststoff,
einem Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt
wird und welcher eine Anordnung von Mikrokanälen aufweist,
die auf einer im wesentlichen ebenen Aussenfläche gebildet
10 werden, und eine Anordnung von Durchgangslöchern aufweist,
die sich im wesentlichen senkrecht zur Aussenfläche des
Teils erstrecken.

Die Erfindung betrifft ausserdem ein Verfahren zum
15 Spritzgiessen eines Teils, welcher aus einem Kunststoff,
einem Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt
wird und welcher eine Anordnung von Mikrokanälen aufweist,
die auf einer im wesentlichen ebenen Aussenfläche gebildet
werden, und eine Anordnung von Durchgangslöchern aufweist,
20 die sich im wesentlichen senkrecht zur Aussenfläche des
Teils erstrecken, wobei ein Werkzeug zum Spritzgiessen
verwendet wird, das von einer ersten und einer zweiten
Werkzeughälfte gebildet wird.

25 Teile der oben erwähnten Art, welche fluidische Kanäle
enthalten, benötigen Durchgangslöcher, damit die Flüssigkeit
zugeführt und entnommen werden kann. Durchgangslöcher können
nach dem Spritzgiessen durch mechanische Verfahren in das
Teil eingearbeitet werden. Viel effizienter ist aber die
30 Durchgangslöcher bereits beim Spritzgiessen zu erzeugen.
Dazu werden an den Stellen, wo das Teil ein Durchgangsloch
aufweisen soll, in beiden Werkzeughälften Stifte
(nachfolgend Lochstempel genannt) eingesetzt, wobei immer
zwei einander gegenüberliegende Lochstempel beim Schliessen
35 der beiden Werkzeughälften aufeinander drücken (nachfolgend
quetschen genannt). Beim anschliessenden Einspritzen der

10069ep

- 2 -

Materialschmelze, z.B. der Kunststoffschmelze, formen sich bei den Lochstempeln Durchgangslöcher aus.

- Im Mikrospritzguss sind die Anforderungen an die
- 5 Einpassgenauigkeit der Lochstempel in die Werkzeuge, insbesondere auf der mikrostrukturierten Werkzeughälfte, sehr viel höher als im konventionellen Spritzguss, denn um die Mikrostrukturen formtreu abzubilden muss die Materialschmelze sehr niedrige Viskosität aufweisen, dies
- 10 erhöht aber die Gefahr, dass die Materialschmelze zwischen Lochstempel und Werkzeug in die Passung eindringt und dort einen Brauen bildet. Dieser Brauen kann dazu führen, dass die Verbindung vom Durchgangsloch zum Mikrokanal teilweise oder vollständig verschlossen ist und so den Mikrokanal und
- 15 das gesamte Teil unbrauchbar macht. Erschwerend kommt dazu, dass die Durchgangslöcher bei mikrostrukturierten Teilen ebenfalls klein sein müssen, einerseits damit sie nicht unnötig Platz beanspruchen, andererseits damit sie sehr kleine Flüssigkeitsvolumina aufnehmen. Entsprechend hoher
- 20 ist der Herstelleraufwand. Einpasslöcher für Lochstempel mit einem Durchmesser kleiner als 1 Millimeter können zum jetzigen Zeitpunkt in der geforderten Präzision nur mit grossem Aufwand und Kosten hergestellt werden.
- 25 Der Erfindung liegt daher die erste Aufgabe zugrunde ein Verfahren zur Herstellung eines mikrostrukturierten Werkzeugeinsatzes der oben erwähnten Art zur Verfügung zu stellen, mit dem die Mängel der oben erwähnten Verfahren behoben werden.
- 30 Gemäss einem ersten Aspekt der Erfindung wird diese erste Aufgabe mit einem Verfahren gemäss Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind durch Unteransprüche definiert.
- 35 Der Erfindung liegt ferner die zweite Aufgabe zugrunde ein Verfahren zum Spritzgiessen eines Teils zur Verfügung zu

10069ep

- 3 -

stellen, welcher aus einem Kunststoff, einem Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt wird und welcher eine Anordnung von Mikrokanälen aufweist, die auf einer im wesentlichen ebenen Aussenfläche gebildet werden, und eine

5 Anordnung von Durchgangslöchern aufweist, die sich im wesentlichen senkrecht zur Aussenfläche des Teils erstrecken.

Gemäss einem zweiten Aspekt der Erfindung wird diese zweite

10 Aufgabe mit einem Verfahren gemäss Anspruch 7 gelöst.

Die mit den erfindungsgemässen Verfahren erzielten Vorteile sind insbesondere wie folgt:

15 Mit dem erfindungsgemässen Verfahren werden die Lochstempel in einem mikrostrukturierten Werkzeugeinsatz integriert. Damit entfällt ein Übergang zum Mikrokanal und Werkzeug in Form eines Spaltes und es besteht überhaupt keine Gefahr von Brauenbildung zwischen Lochstempel und Mikrokanal respektiv

20 Werkzeugeinsatz. Auf diese Weise hergestellte Lochstempel nennt man integrierte Lochstempel da sie integrale Teile des Werkzeugeinsatzes sind. Derartige integrierte Lochstempel können erfindungsgemäss in beliebigen Formen und beliebig klein hergestellt werden. Da sie im Batchverfahren erzeugt

25 werden, können beliebig viele integrierte Lochstempel gleichzeitig hergestellt werden, was sich sehr vorteilhaft auf Durchlaufzeit, Qualität und Kosten auswirkt. Erfindungsgemäss werden zur Herstellung des mikrostrukturierten Werkzeugeinsatzes lithografische,

30 chemische und physikalische Mikrostrukturierverfahren verwendet, welche Batchprozesse sind. Die meisten mechanischen Strukturierverfahren (z.B. bohren, fräsen, schleifen) laufen hingegen sequentiell ab, was insbesondere bei grosser Anzahl Strukturen zeitlich sehr ins Gewicht

35 fällt und sich in Bezug auf Durchlaufzeit, Qualität und Kosten negativ auswirkt.

10069ep

- 4 -

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den beiliegenden Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiels näher erläutert. In den beiliegenden Zeichnungen zeigen

5 Fig. 1 die Mikrostrukturierung der Vorderseite eines ersten Wafers mittels Plasmaätzen zur Bildung einer Anordnung von Mikrokanälen durch Trenchetching,

10 Fig. 2 die Mikrostrukturierung der Rückseite des ersten Wafers in Fig. 1 mittels Plasmaätzen zur Bildung einer Anordnung von zur Bildung einer Anordnung von Durchgangslöchern durch Throughetching,

15 Fig. 3 das elektrochemische Abscheiden einer Metallschicht auf der Vorderseite des ersten Wafers und in den darin vorhandenen Durchgangskanälen,

20 Fig. 4 die vom ersten Wafer und einem damit gebondeten Trägersubstrat abgetrennte Metallschicht,

25 Fig. 5 die Verwendung einer vom ersten Wafer und vom damit gebondeten Trägersubstrat abgetrennten Metallschicht als formgebende Teil eines erfindungsgemäss hergestellten Werkzeugeinsatzes, der als eine Werkzeughälfte eines Werkzeugs zum Spritzgiessen eines Teils verwendet wird, Fig. 6 das Einspritzen einer Materialschmelze in den Raum zwischen der unteren und der oberen Werkzeughälfte eines Werkzeugs zum Spritzgiessen eines Teils,

30 Fig. 7 das aus dem Spritzgusswerkzeug ausgestossenen Teil.

35 Anhand der Figuren 1 bis 4 wird nachstehend ein Verfahren zur Herstellung eines mikrostrukturierten Werkzeugeinsatzes zum Spritzgiessen eines Kunststoffateils beschrieben. Dieses Verfahren ist auch zum Spritzgiessen eines Teils anwendbar,

10069ep

- 5 -

welcher aus einem Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt wird.

Wie in Fig. 1 gezeigt, wird die Vorderseite eines Silizium-
5 Wafers 11 photolithografisch mit einer Ätzmaskierung 12 maskiert und anschliessend mittels Trockenätzen in einem Plasma (Fachbegriff: DRIE= Deep Reactive Ion Etching) bestehend aus Ionen und reaktiven Fluor Radikalen bis zur gewünschten Tiefe strukturiert (nachfolgend Trenchetching
10 genannt), wobei die Fluor Radikale das Silizium abtragen. Mittels Trenchetching wird auf diese Weise eine Anordnung von Mikrokanälen 13 auf der Vorderseite des Silizium-Wafers 11 erzeugt. Die Mikrokanäle 13 haben z.B. eine Tiefe von 50 Mikrometer. Der Silizium-Wafer 11 hat z.B. eine Dicke von
15 250 Mikrometer.

Wie in Fig. 2 gezeigt, wird anschliessend auf der eben mikrostrukturierten Vorderseite des Silizium-Wafers 11 die Ätzmaskierung 12 entfernt, der Wafer 11 gewendet, auf der
20 Rückseite des Silizium-Wafers 11 erneut photolithografisch mit einer Ätzmaskierung 14 maskiert und anschliessend mittels Trockenätzen nach der oben beschriebenen Methode strukturiert, wobei dieses Mal die Strukturen durch den Wafer 11 hindurch getrieben werden (nachfolgend
25 Throughetching genannt) und so eine Anordnung von Durchgangskanälen 15 erzeugt, welche den zu bildenden, integrierten Lochstempeln entsprechen.

Danach wird die Ätzmaskierung 14 entfernt und der nun fertig
30 strukturierte Wafer 11 auf ein Trägersubstrat 16 gebondet um die Eigenstabilität zu erhöhen und die Rückseite des Wafers 11 für das elektrochemische auftragen von Nickel zu versiegeln. Durch dieses Bonden vom Wafer 11 und Trägersubstrat 16 wird ein sogenannter Galvano-Master 19
35 gebildet.

10069ep

- 6 -

Als Trägersubstrat 16 eignen sich sowohl Pyrex-Wafer (Glas mit hohem Anteil an Natrium) als auch Silizium-Wafer.

- Pyrex-Wafer werden mittels anodisch Bonding mit dem mikrostrukturierten Silizium-Wafer untrennbar verbunden.
- 5 Beim anodisch Bonding wird eine Hochspannung von z.B. 1000 V an die aufeinander gelegten Silizium und Pyrex-Wafer angelegt. Dabei diffundieren Natrium Ionen vom Pyrex in das Silizium und erzeugen eine hochfeste ionische Verbindung
- 10 zwischen Pyrex und Silizium. Die Diffusion wird zusätzlich beschleunigt durch Erhöhung der Wafertemperatur auf z.B. 400°C).

- Silizium-Wafer werden mittels Silicon Fusion Bonding mit dem mikrostrukturierten Silizium-Wafer untrennbar verbunden.
- 15 Beim Silizium Fusion Bonding werden die zu verbindenden Oberflächen von Silizium Substrat und mikrostrukturiertem Silizium-Wafer konditioniert und anschliessend unter Druck und Temperatur miteinander kovalent verbunden, vorausgesetzt
- 20 die beiden zu verbindenden Oberflächen weisen sehr geringe Rauigkeit auf (kleiner als 1 Nanometer), damit die beiden Oberflächen unmittelbar miteinander in Kontakt treten.

- Als nächster Verfahrensschritt wird das mikrostrukturierte Silizium-Wafer 11 mit dem Trägersubstrat 16, zusammen Master
- 25 19 genannt, mit einer leitenden Dünnschicht versehen, die als Startschicht für die nachstehend beschriebene elektrochemische Abscheidung dient. Als solche eignen sich z.B. Gold, Silber und Nickel die physikalisch mittels dem
- 30 Sputter- (auch bekannt unter dem Begriff Kathodenzerstäubung) oder Aufdampfverfahren nach Beschichtung mit einer Haftschrift aus Aluminium, Titan oder Chrom aufgebracht werden.

- 35 Wie in Fig. 3 gezeigt, wird anschliessend der Master 19 via die leitende Startschicht elektrisch kontaktiert und elektrochemisch eine dicke Metallschicht 17, vorzugsweise

10069sp

- 7 -

eine Nickelschicht abgeschieden, um eine mechanisch stabile Backplate zu bilden, die eine relativ hohe Festigkeit bzw. Härte aufweist. Um die Härte der Metallschicht 17 zu Erhöhen bei gleichzeitiger Erhaltung der Duktilität der

5 Nickelschicht sind im Elektrolyt ca. 10% Kobalt enthalten. Auf diese Weise lassen sich Nickel Härten von 46- 60 HRC (Härte Rockwell C) erreichen. Eine möglichst harte Metallschicht 17 ist erforderlich, weil diese für ihre vorgesehene Funktion eine hohe Festigkeit aufweisen soll.

10

Nach der oben erwähnten Abscheidung von z.B. einer Nickelschicht 17, auch Nickel Shim genannt, wird zuerst die Ruckseite 20 des Nickel Shims planarisiert. Dazu eignet sich erodieren und schleifen. Anschliessend muss der

15 mikrostrukturierte Nickel Werkzeugeinsatz 17 (nachfolgend Shim genannt) vom Master 19 getrennt werden. Dazu wird der Master 19 entweder mechanisch vom Shim 17 getrennt oder in einer geeigneten Nassätzchemie oder durch Trockensätzen aufgelöst. Fig. 4 zeigt der getrennte Werkzeugeinsatz 17.

20

Wie in Fig. 5 gezeigt, wird zum Spritzgiessen eines Kunststoffteils der Nickel Shim 17 mit den integrierten Lochstempeln 18 in eine Werkzeughälfte 22 eingebaut. Auf der gegenüberliegenden Werkzeughälfte 23 werden Lochstempel 24

25 eingesetzt, die beim Schliessen des Werkzeuges auf die integrierten Lochstempel 18 auf dem mikrostrukturierten Nickel Shim 17 quetschen. Die eingesetzten Lochstempel 24 werden konventionell gefertigt, da sie auf der unstrukturierten, unkritischen Seite des Kunststoffteils

30 liegen und deshalb die Einpassgenauigkeit nicht so kritisch ist.

Wie in Fig. 6 gezeigt, drücken beim Schliessen des Spritzgusswerkzeuges die eingesetzten Lochstempel 24 der

35 einen Werkzeughälfte auf die integrierten Lochstempel 18 auf dem Shim 17. Zusätzlich quetscht die Werkzeughälfte mit den eingesetzten Lochstempeln 24 am Rand 21 direkt auf den Shim

10069ep

- 8 -

17 und definiert so die Aussenkontur des Kunststoffteils 31. An der Stelle der Lochstempel bildet sich beim Einspritzen der Kunststoffschmelze 25 eine Anordnung von Durchgangslöchern 35 im Kunststoffteil 31.

5

Nach dem Erstarren der Kunststoffschmelze 25 wird das in Fig. 7 schematisch dargestellte Kunststoffteil 31 ausgestossen und entnommen.

- 10 Vorteilhaft bei der Verwendung der oben beschriebenen im Werkzeugeinsatz integrierten Lochstempel 18 ist insbesondere, dass die Gefahr der Entstehung von Brauen auf der mikrostrukturierten Seite des Kunststoffteils insbesondere jeweils zwischen Durchgangsloch und Mikrokanal
- 15 beseitigt wird. Ausserdem können auch kleinste Durchgangslöcher problemlos hergestellt werden.

- Die erfindungsgemässe gleichzeitige Erzeugung von integrierten Lochstempeln 18 im Batchverfahren und deren
- 20 Verwendung beim Spritzgiessen eines Kunststoffteils 31, der eine Anordnung von Mikrokanälen 33 aufweist, die auf einer im wesentlichen ebenen Aussenfläche gebildet werden, und eine Anordnung von Durchgangslöchern 35 aufweist, die sich im wesentlichen senkrecht zur Aussenfläche des Kunststoffteils
- 25 31 erstrecken, ermöglicht grosse Zeit- und Kostenersparnis zu erzielen.

- - - - -

10069ep

- 9 -

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines mikrostrukturierten
Werkzeugeinsatzes zum Spritzgiessen eines Teils, welcher aus
5 einem Kunststoff, einem Metall oder aus einem keramischen
Material hergestellt wird und welcher eine Anordnung von
Mikrokanälen aufweist, die auf einer im wesentlichen ebenen
Aussenfläche des Teils gebildet werden, und eine Anordnung
10 von Durchgangslöchern aufweist, die sich im wesentlichen
senkrecht zur Aussenfläche des Teils erstrecken, welches
Verfahren folgende Schritte umfasst

(a) photolithographisches Maskieren der Vorderseite
eines ersten Wafers mit einer ersten Ätzmaskierung, welche
15 einer Anordnung von Mikrokanälen entspricht,

(b) Mikrostrukturieren der Vorderseite des ersten
Wafers mittels Plasmaätzen zur Bildung einer Anordnung von
Mikrokanälen, welche auf der Vorderseite des Wafers gebildet
20 werden,

(c) Entfernen der ersten Ätzmaskierung von der
Vorderseite des ersten Wafers,

25 (d) photolithographisches Maskieren der Rückseite des
ersten Wafers mit einer zweiten Ätzmaskierung, welche einer
Anordnung von im ersten Wafer zu bildenden Durchgangskanälen
entspricht,

30 (e) Mikrostrukturieren der Rückseite des ersten Wafers
mittels Plasmaätzen zur Bildung einer Anordnung von
Durchgangslöchern, die sich im wesentlichen senkrecht zur
Vorderseite des ersten Wafers erstrecken,

35 (f) Entfernen der zweiten Ätzmaskierung von der
Rückseite des ersten Wafers,

10069ep

- 10 -

(g) Bonden der Rückseite des ersten Wafers auf ein Trägersubstrat zur Bildung eines Masters,

5 (h) Aufbringen einer elektrisch leitenden Dünnschicht auf der mikrostrukturierten Vorderseite des ersten Wafers und auf den durch die Durchgangskanäle zugänglichen Flächen des Trägersubstrats,

10 (i) elektrochemisches Abscheiden einer Metallschicht auf der Vorderseite des ersten Wafers und in den darin vorhandenen Durchgangskanälen, wobei die abgeschiedene Metallschicht eine Tiefe erreicht, die grösser als die Tiefe der Mikrokanäle auf der Vorderseite des ersten Wafers ist,

15 (j) Planarisieren der Aussenfläche der abgeschiedene Metallschicht, und

(k) Trennen der Metallschicht vom Master, wobei die abgetrennte Metallschicht als Werkzeugeinsatz zum
20 Spritzgiessen eines Teils verwendbar ist und in der Metallschicht integrierte Lochstempel hat, deren Formen und Abmessungen durch die Formen und Abmessungen von entsprechenden im ersten Wafer vorhandenen Durchgangskanälen definiert sind.

25

2. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Wafer ein Silizium-Wafer ist.

3. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
30 dass das Trägersubstrat ein Pyrex-Wafer ist.

4. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat ein Silizium-Wafer ist.

35 5. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die abgeschiedene Metallschicht eine Nickelschicht ist.

10069ep

- 11 -

6. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die abgeschiedene Metallschicht eine hohe Festigkeit bzw. Härte aufweist.

- 5 7. Verfahren zum Spritzgiessen eines Teils, welcher aus einem Kunststoff, einem Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt wird und welcher eine Anordnung von Mikrokanälen aufweist, die auf einer im wesentlichen ebenen Aussenfläche gebildet werden, und eine Anordnung von
- 10 Durchgangslöchern aufweist, die sich im wesentlichen senkrecht zur Aussenfläche des Teils erstrecken, wobei ein Werkzeug zum Spritzgiessen verwendet wird, der von einer ersten und einer zweiten Werkzeughälfte gebildet wird, welches Verfahren folgende Schritte umfasst

15

- (a) Einbauen eines ersten Werkzeugeinsatzes als eine erste Werkzeughälfte, die zur Formung der Anordnung von Mikrokanälen dient, wobei der erste Werkzeugeinsatz nach einem Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5
- 20 hergestellt wird und eine erste Anordnung von im ersten Werkzeugeinsatz integrierten Lochstempeln hat,

- (b) Einbauen eines zweiten Werkzeugeinsatzes als eine zweite Werkzeughälfte, die gegenüber der ersten
- 25 Werkzeughälfte angeordnet wird, wobei der zweite Werkzeugeinsatz eine zweite Anordnung von Lochstempeln hat, welche beim Schliessen des Werkzeugs zum Spritzgiessen auf je einem korrespondierenden Lochstempel der ersten Anordnung drücken,

30

- (c) Schliessen des vom ersten und zweiten Werkzeugeinsatz gebildeten Werkzeugs zum Spritzgiessen,

- (d) Einspritzen einer Materialschmelze in den Raum
- 35 zwischen dem ersten und dem zweiten Werkzeugeinsatz,

- (f) Abkühlen der eingespritzten Materialschmelze, und

10069ep

- 12 -

(g) Ausstossen aus dem Werkzeug zum Spritzgiessen von
einem Teil, der durch Erstarrung der eingespritzten
Materialschmelze gebildet wird, welcher Teil eine Anordnung
5 von Durchgangslöchern aufweist, die beim Spritzgiessen durch
die gegeneinander drückenden Lochstempel gebildet werden.

- - - - -

1006909

- 13 -

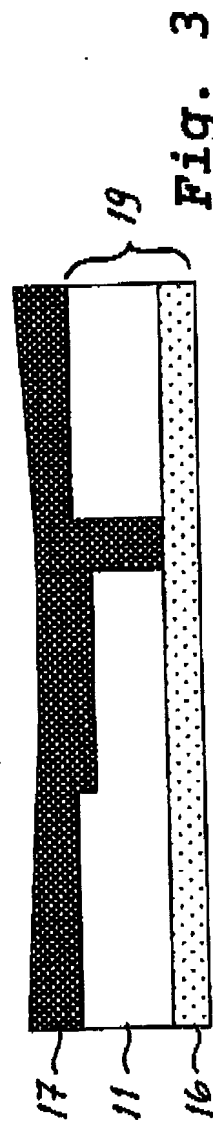
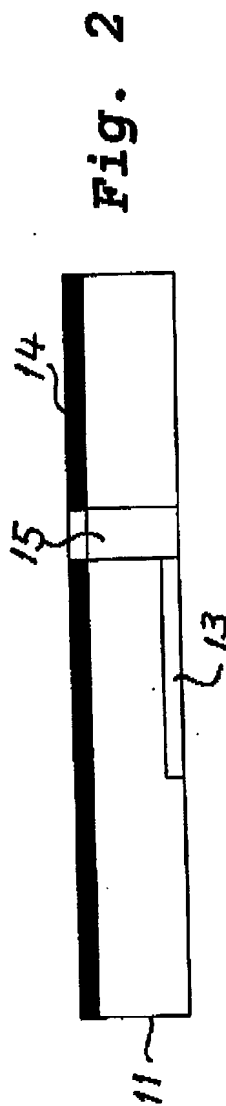
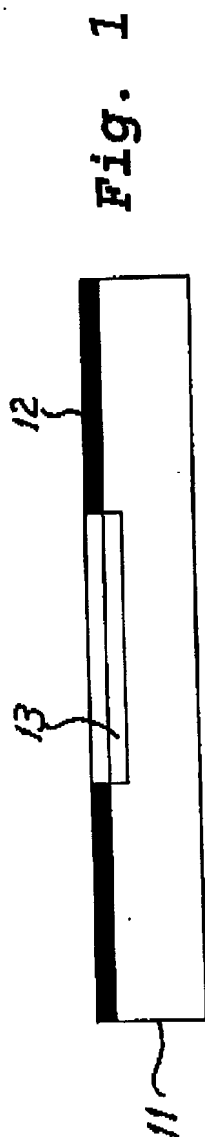
Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung eines Werkzeugeinsatzes zum Spritzgiessen eines mikrostrukturierten Teils, welcher aus einem Kunststoff, einem Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt wird und welcher eine Anordnung von Mikrokanälen aufweist, die auf einer im wesentlichen ebenen Aussenfläche gebildet werden, und eine Anordnung von Durchgangslöchern aufweist, die sich im wesentlichen senkrecht zur Aussenfläche des Teils erstrecken. Das Verfahren umfasst insbesondere folgende Schritte:

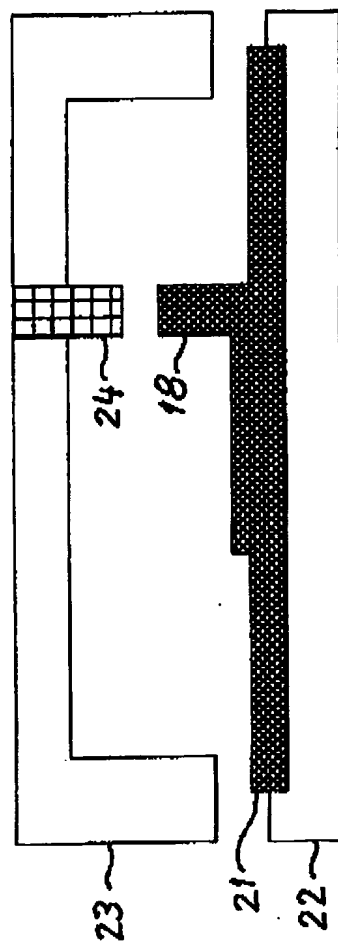
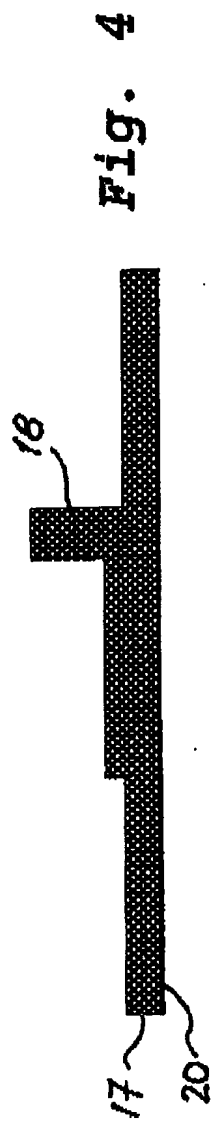
- (1) Mikrostrukturieren der Vorderseite eines ersten Wafers mittels Plasmaätzen zur Bildung einer Anordnung von Mikrokanälen, welche auf der Vorderseite des Wafers gebildet werden,
- (2) Entfernen der Ätzmaskierung von der Vorderseite des ersten Wafers,
- (3) Mikrostrukturieren der Rückseite des ersten Wafers mittels Plasmaätzen zur Bildung einer Anordnung von Durchgangslöchern, die sich im wesentlichen senkrecht zur Vorderseite des ersten Wafers erstrecken,
- (4) Entfernen der Ätzmaskierung von der Rückseite des ersten Wafers,
- (5) Bonden der Rückseite des ersten Wafers auf ein Trägersubstrat zur Bildung eines Masters,
- (6) elektrochemisches Abscheiden einer Metallschicht auf der Vorderseite des ersten Wafers und in den darin vorhandenen Durchgangskanälen, wobei die abgeschiedene Metallschicht eine Tiefe erreicht, die grösser als die Tiefe der Mikrokanäle auf der Vorderseite des ersten Wafers ist, und
- (7) Trennen der Metallschicht vom Master, wobei die abgetrennte Metallschicht als Werkzeugeinsatz zum Spritzgiessen eines Teils verwendbar ist und in der Metallschicht integrierte Lochatempel hat, deren Formen und Abmessungen durch die Formen und Abmessungen von entsprechenden im ersten Wafer vorhandenen Durchgangskanälen definiert sind.

(Fig. 3)

1/3



2/3



3/3

